



TITLE:

素粒子実験って何してんの？

AUTHOR(S):

中村, 輝石; 田中, 駿祐; 芦田, 洋輔; 赤塚, 駿一; 野口,
陽平; 潘, 晟

CITATION:

中村, 輝石 ...[et al]. 素粒子実験って何してんの？. 京都大学アカデミッ
クデイ2016: ポスター/展示 2016

ISSUE DATE:

2016-09-18

URL:

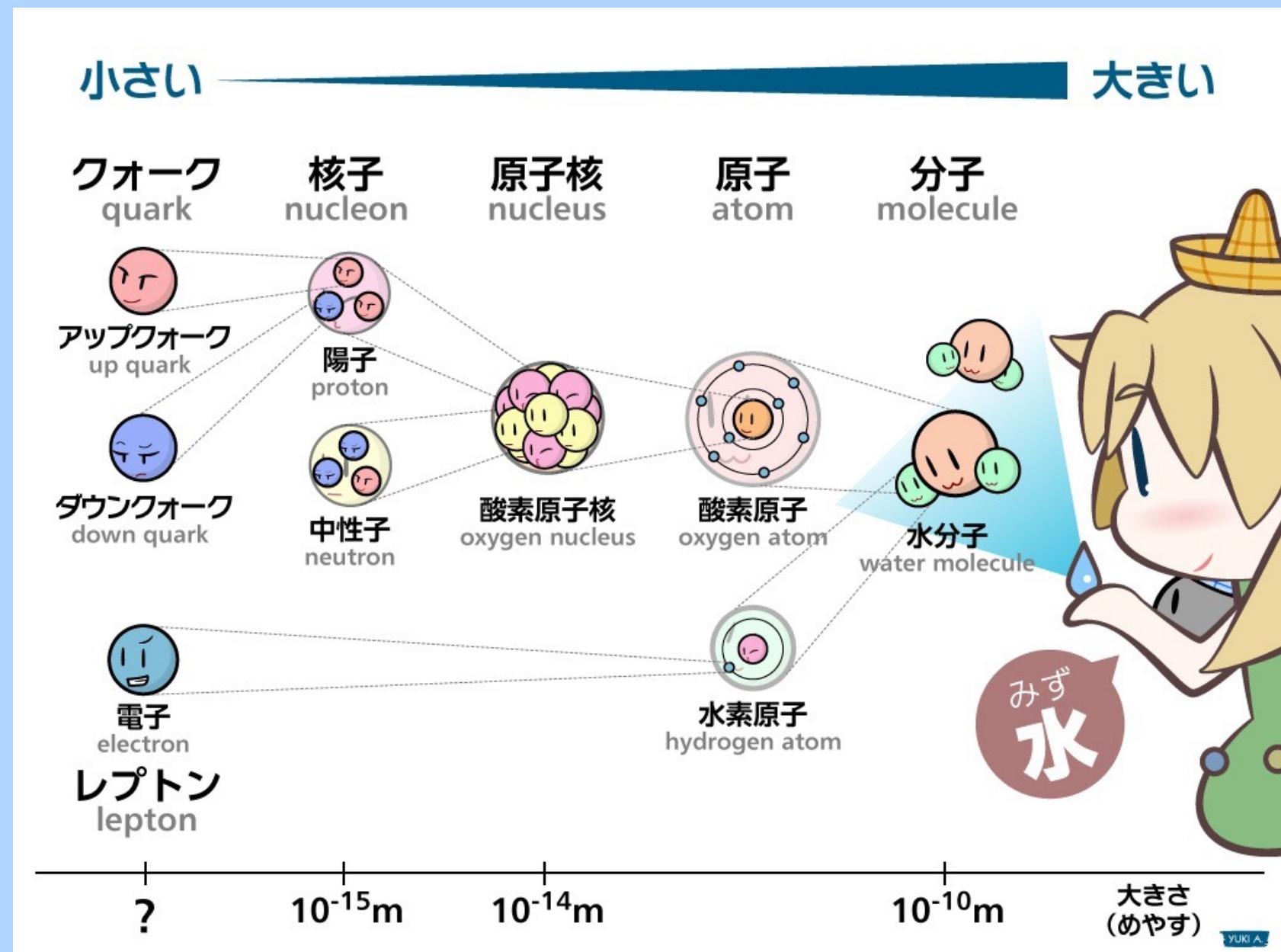
<http://hdl.handle.net/2433/216769>

RIGHT:

素粒子？ 実験？

素粒子ってなんですか？

身の回りにあるもの(なんでも!)をこれ以上ばらせないとこまで細かくした**最小単位**が素粒子です。



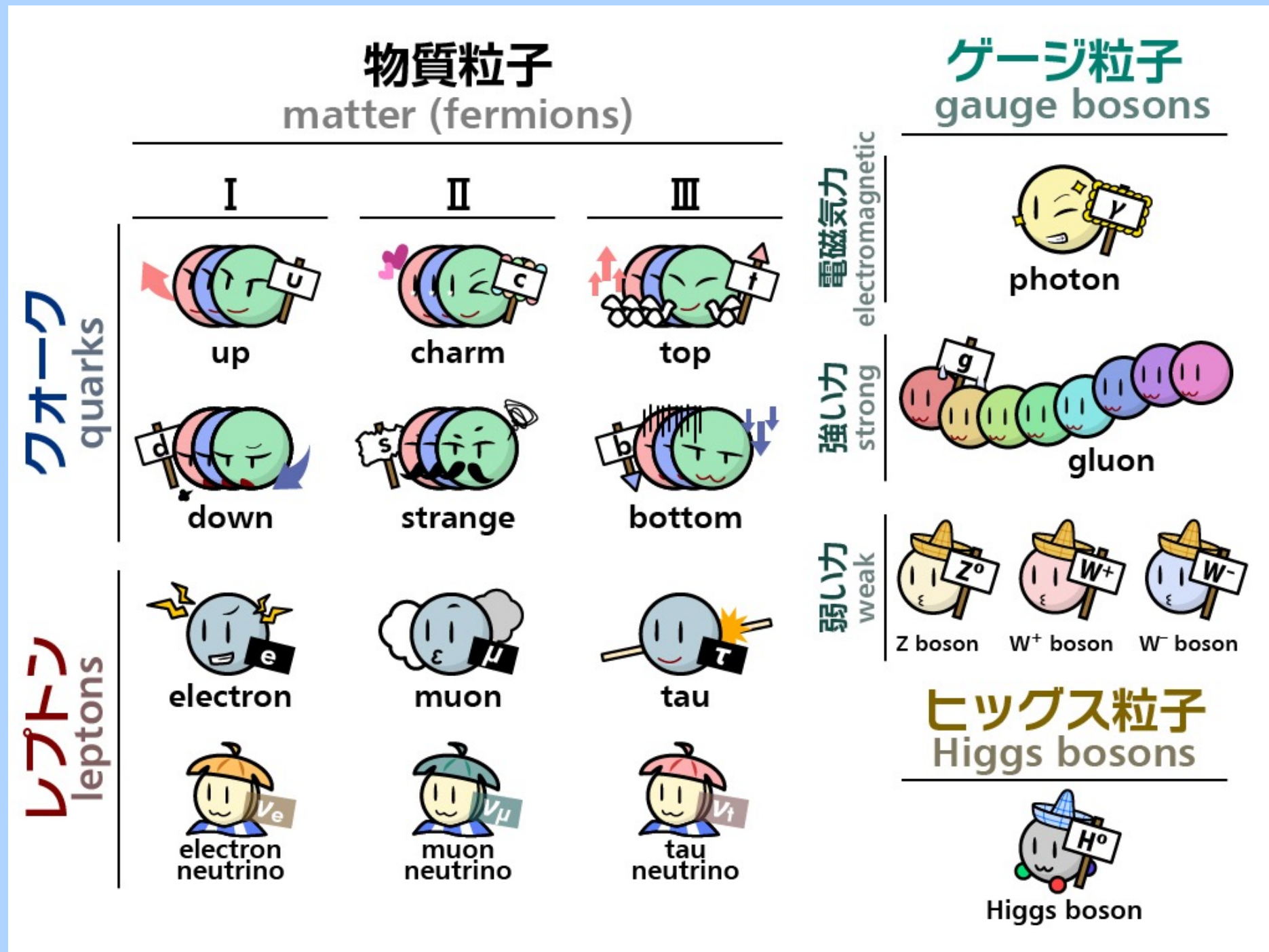
実は、世の中のほとんどのものはアップクォーク・ダウンクォーク・電子の組み合わせでできています。



<イラスト 版權元> **Higgstan**
秋本祐希 <http://higgstan.com>
出版物 「素粒子の世界」
「素粒子実験の世界」

どんな素粒子があるの？

普段なかなかお目にかかれない素粒子が結構あります。崩壊して別の粒子に変わってしまう粒子、なんでもすり抜ける粒子、ごく一部の領域でのみ効果のある粒子、などなど。



素粒子標準模型で予言されている素粒子は、2013年にヒッグス粒子が発見され、全て見つかりました。

素粒子実験って？

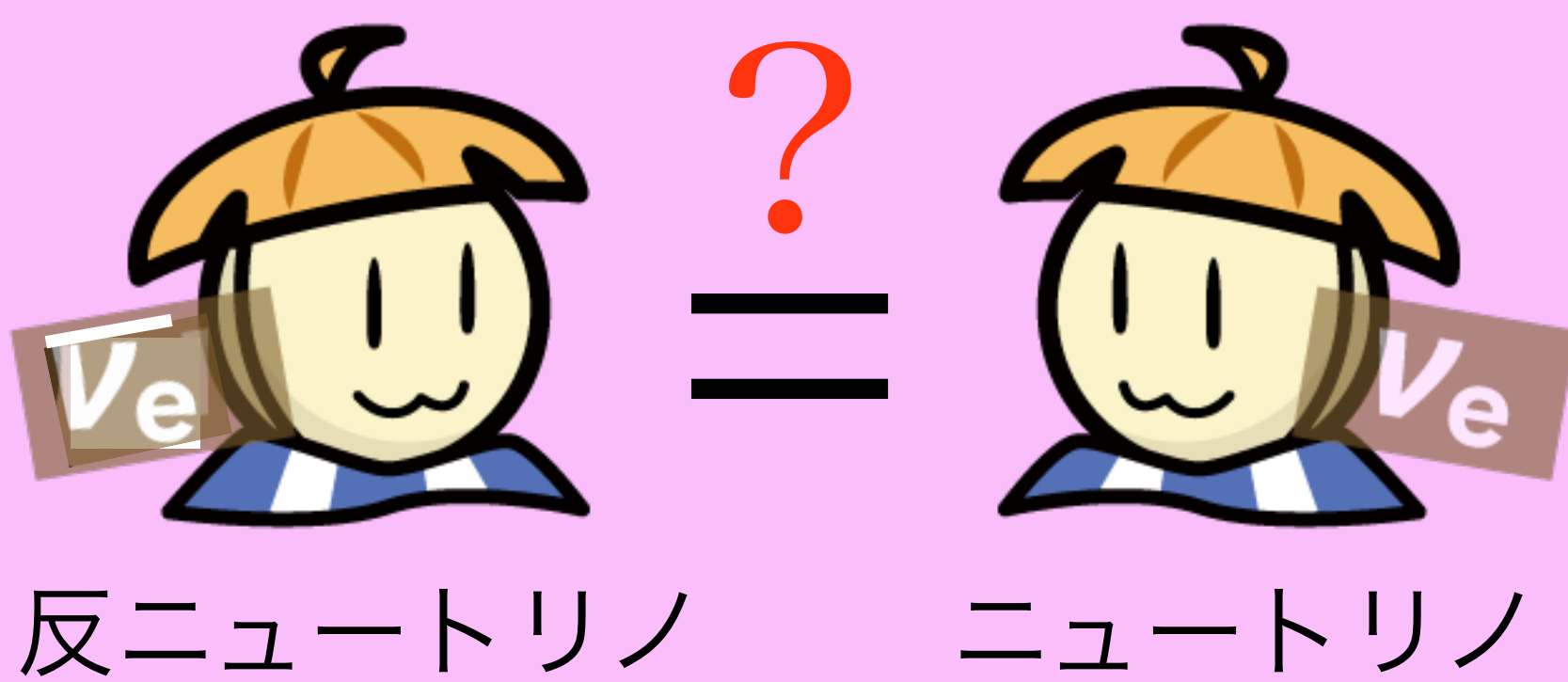
これまでに様々なアイデア・装置を用いた実験によって数々の素粒子の発見、性質解明が行われてきました。理論的に予想されていたものの証明から、全く予想しないような発見まで、様々なドラマが作られてきた実験、その最先端について紹介をしていきたいと思います。

素粒子発見の年表

| | |
|-------|--------------|
| 1897年 | 電子の発見 |
| 1919年 | 陽子の発見 |
| 1932年 | 中性子の発見 |
| 1937年 | 陽電子(反粒子)の発見 |
| 1937年 | ミュー粒子の発見 |
| 1956年 | ニュートリノの発見 |
| 1969年 | u、d、sクォークの発見 |
| 1974年 | cクォークの発見 |
| 1975年 | タウ粒子の発見 |
| 1977年 | bクォークの発見 |
| 1979年 | グルーオンの発見 |
| 1983年 | W・Zボソンの発見 |
| 1995年 | tクォークの発見 |
| 2012年 | ヒッグス粒子の発見 |

AXEL実験

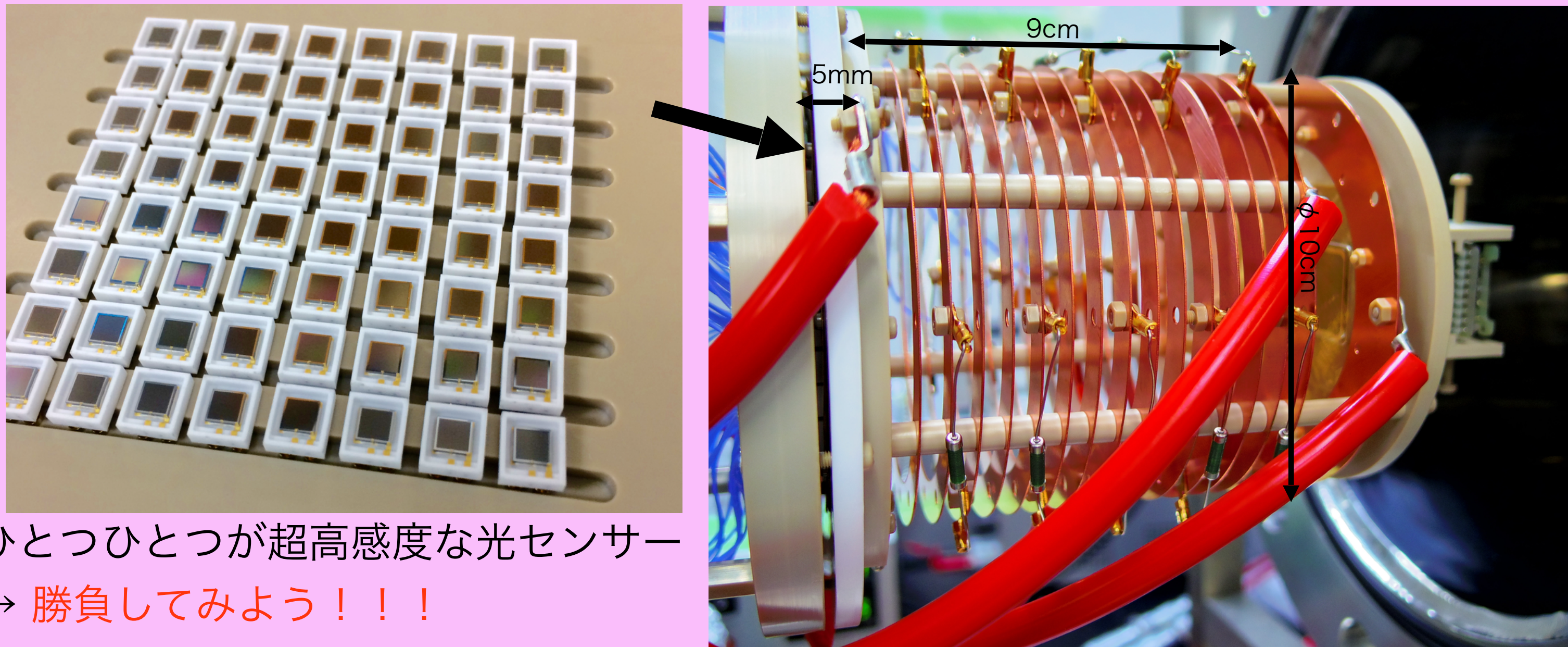
ニュートリノの謎：マヨラナ性？



電荷がゼロなニュートリノは「粒子=反粒子」かも？これをマヨラナ性といいます。

AXEL実験

この謎にせまる実験に向けて、検出器の開発を行っています。



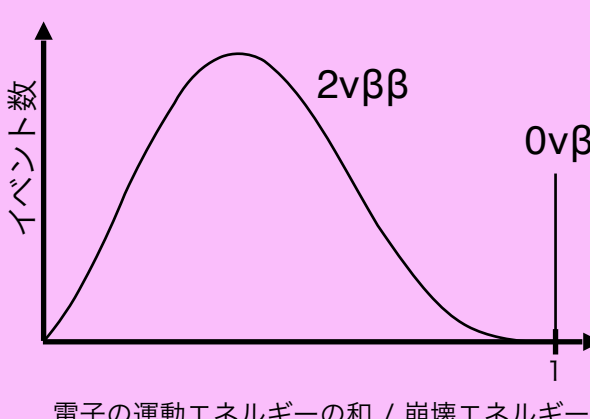
ひとつひとつが超高感度な光センサー
→ 勝負してみよう！！

もっと詳しく

もしニュートリノがマヨラナ性を持つとすると、ニュートリノを放出しない二重ベータ崩壊(0νββ崩壊)が起こり得ます。これは、ベータ崩壊 $n \rightarrow p + \beta^- + \bar{\nu}$ が2回同時に起こる反応(二重ベータ崩壊)のうち、さらに2つの反ニュートリノ同士が対消滅して、外には出てこない反応です。 $2n \rightarrow 2p + 2\beta^- + 2\bar{\nu}$ $\nu + \bar{\nu} \rightarrow \nu + \bar{\nu}$ 対消滅！

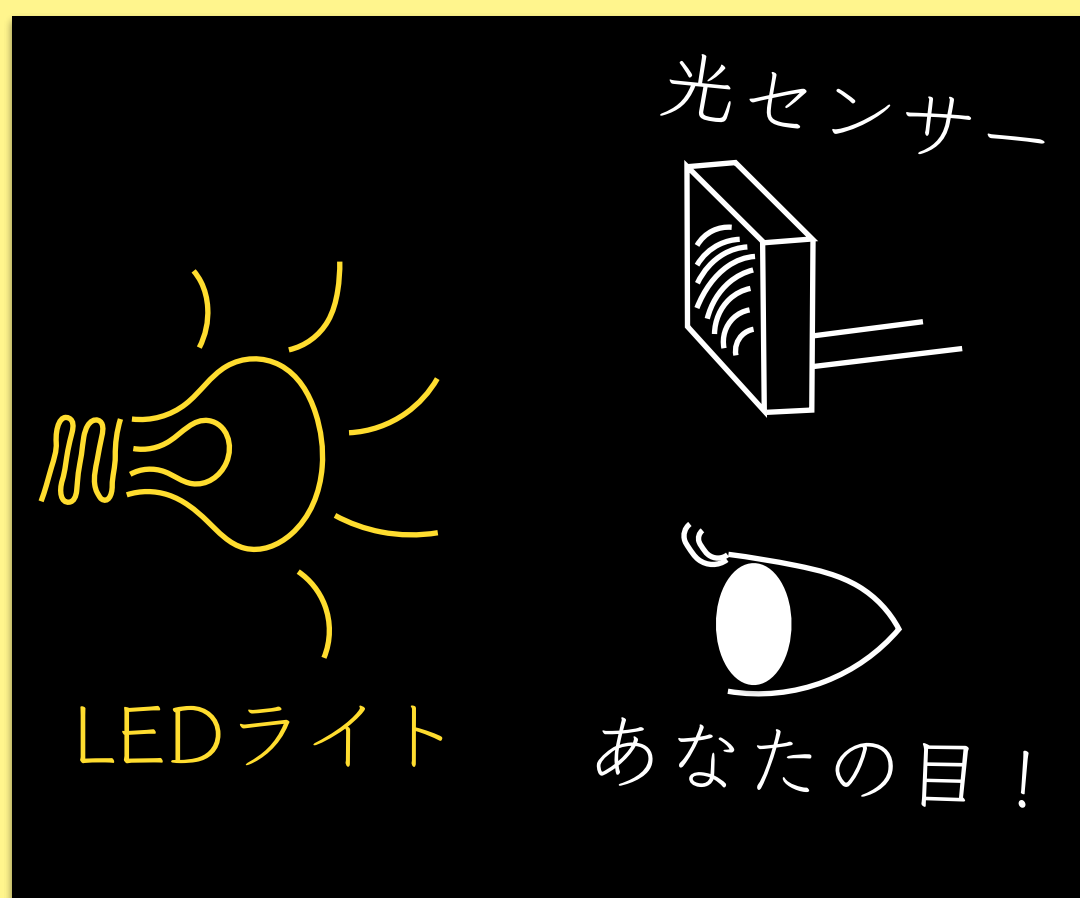
反ニュートリノ同士が対消滅するためにはニュートリノのマヨラナ性が必要なのです。

このとき、外に出てくるのは2つのβ線だけ(陽子pは重たすぎてほとんど動かない)なので、ベータ線のエネルギーを計ることで、0νββ崩壊が起こっているかどうかを知ることが出来ます。



“ヒトツブ”の光を見る!?

どこまで見えましたか？



～10代 10代 20代 30代 40代～

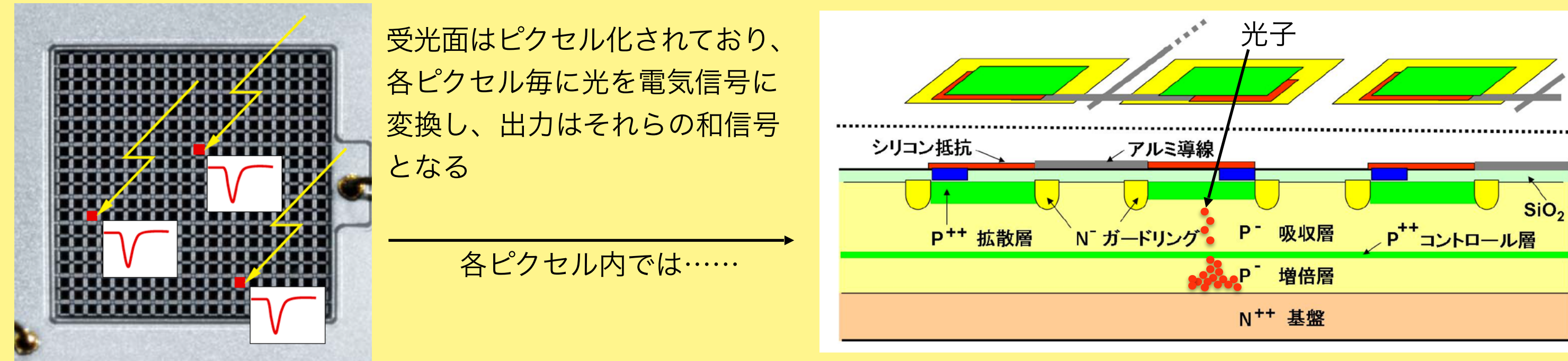
光の粒子性・波動性

「光」は電磁波の一種で、波としての性質を持ちます。しかし、それと同時に、光は1つ、2つと数えることができる粒子のような性質も持っているのです。

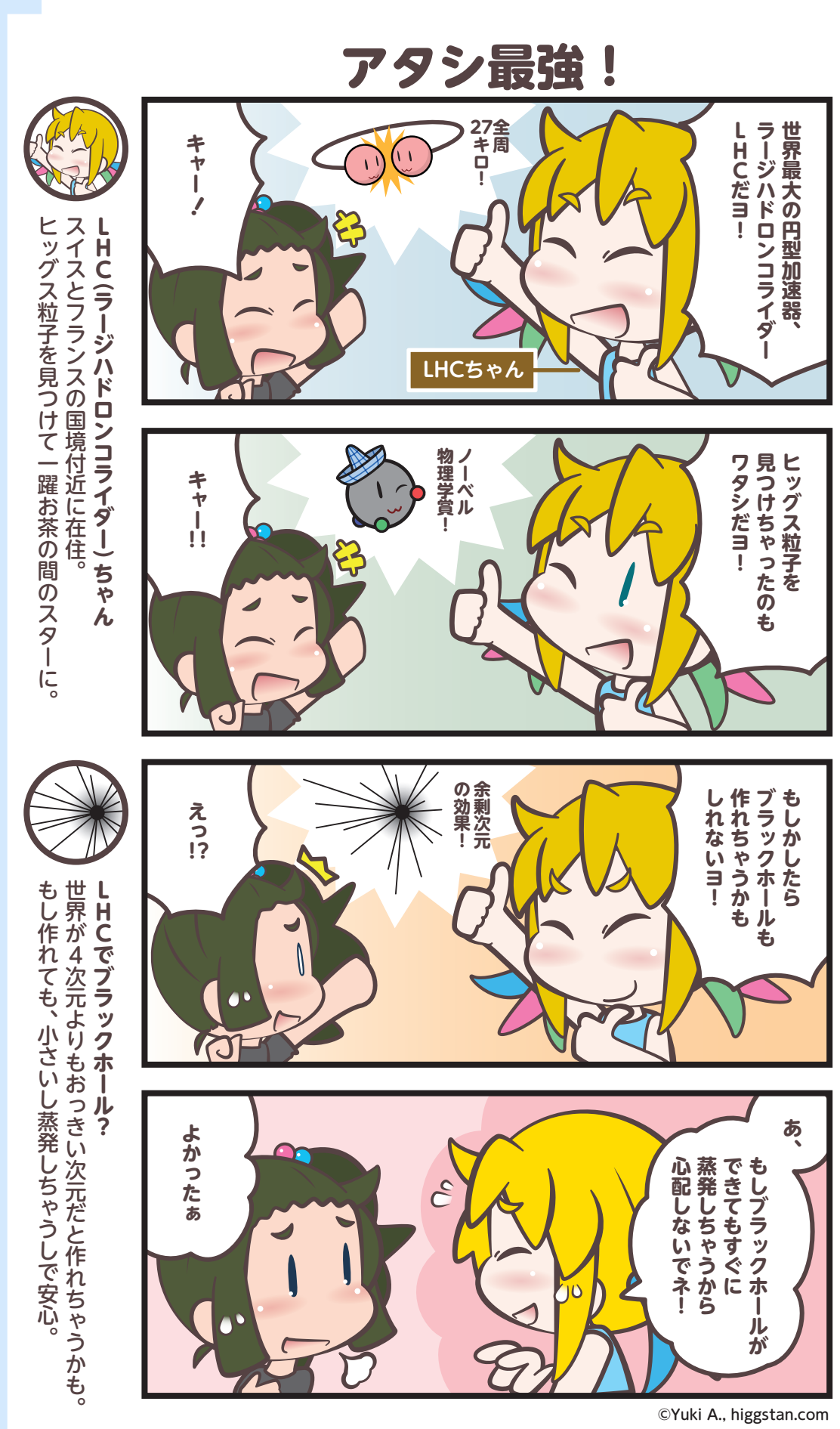


光検出器：MPPC

(株)浜松ホトニクスが販売する光検出器
Multi-Pixel Photon Counter : MPPC
たった1つの光の粒(光子)の信号を、10万～100万倍まで増幅して読み出すことができます。



どんな実験？



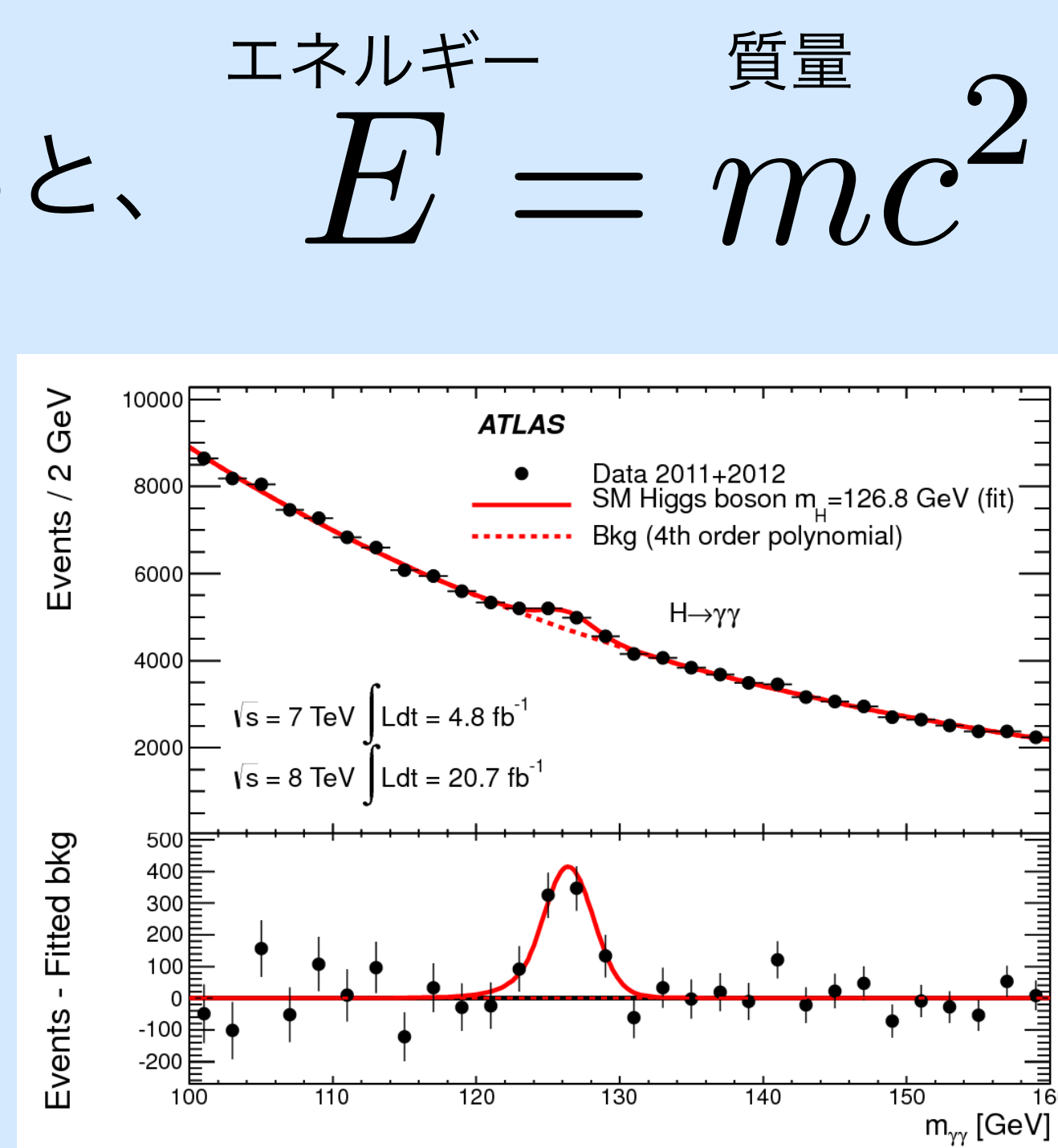
スイスとフランスの国境にある
世界最高エネルギーの加速器、
Large Hadron Collider (LHC)

目的は？ -> 新粒子の発見！

高いエネルギーで陽子をぶつけると、
重い新粒子を作ることができる！

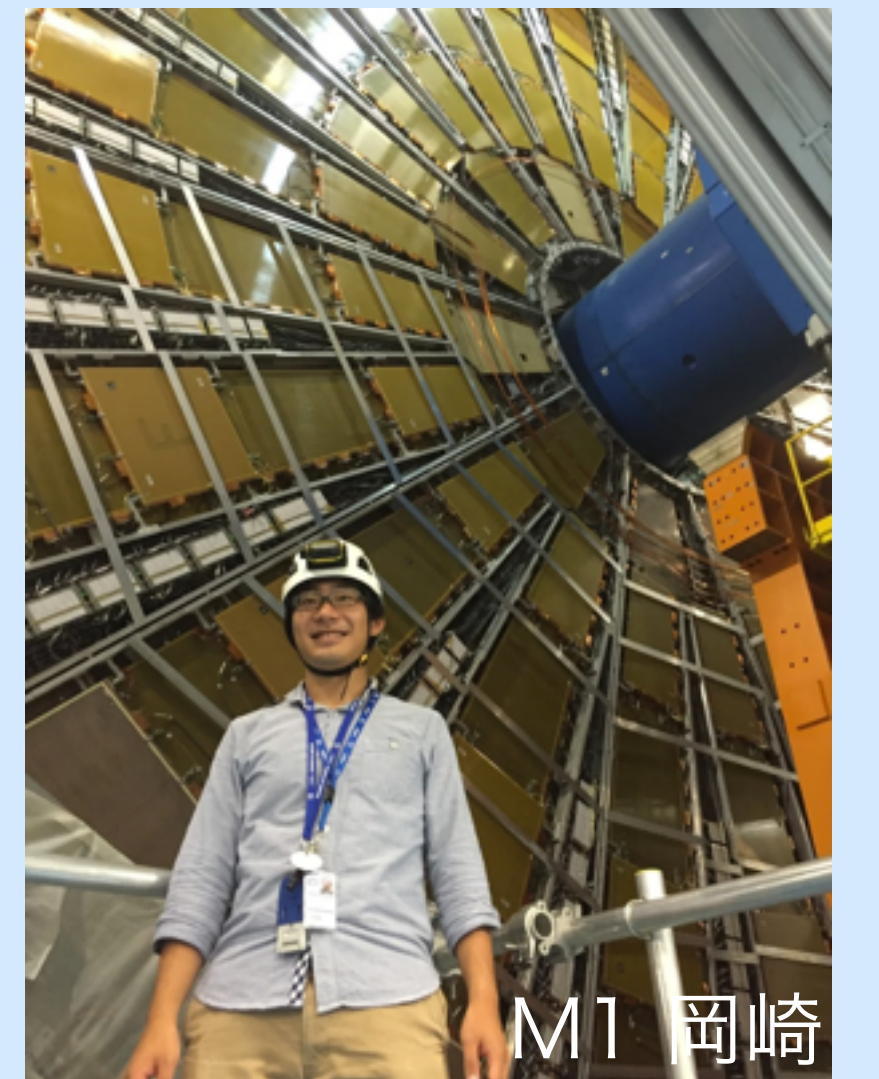
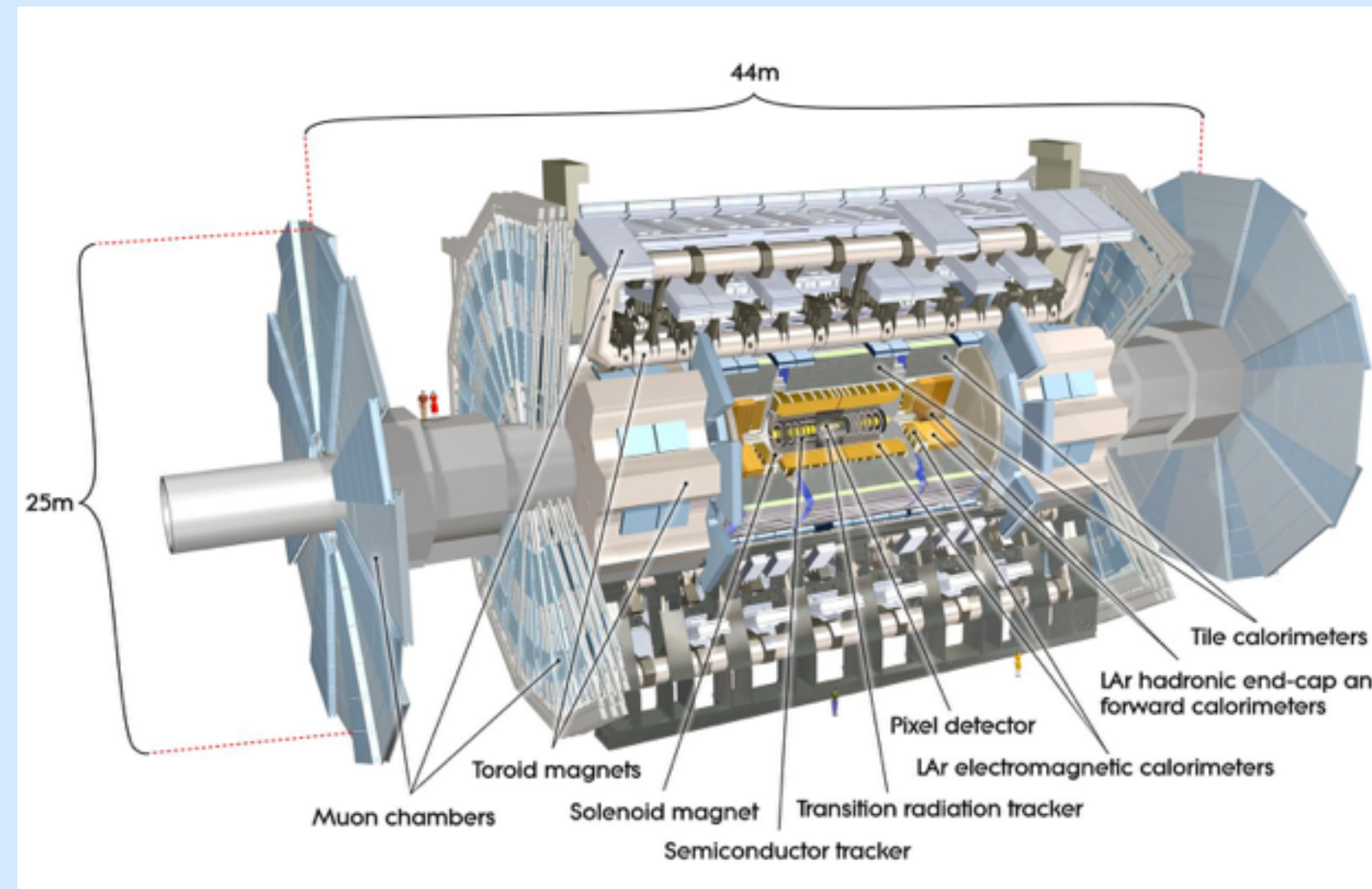
2012年に ヒッグス粒子を発見

2013年ノーベル賞を受賞！



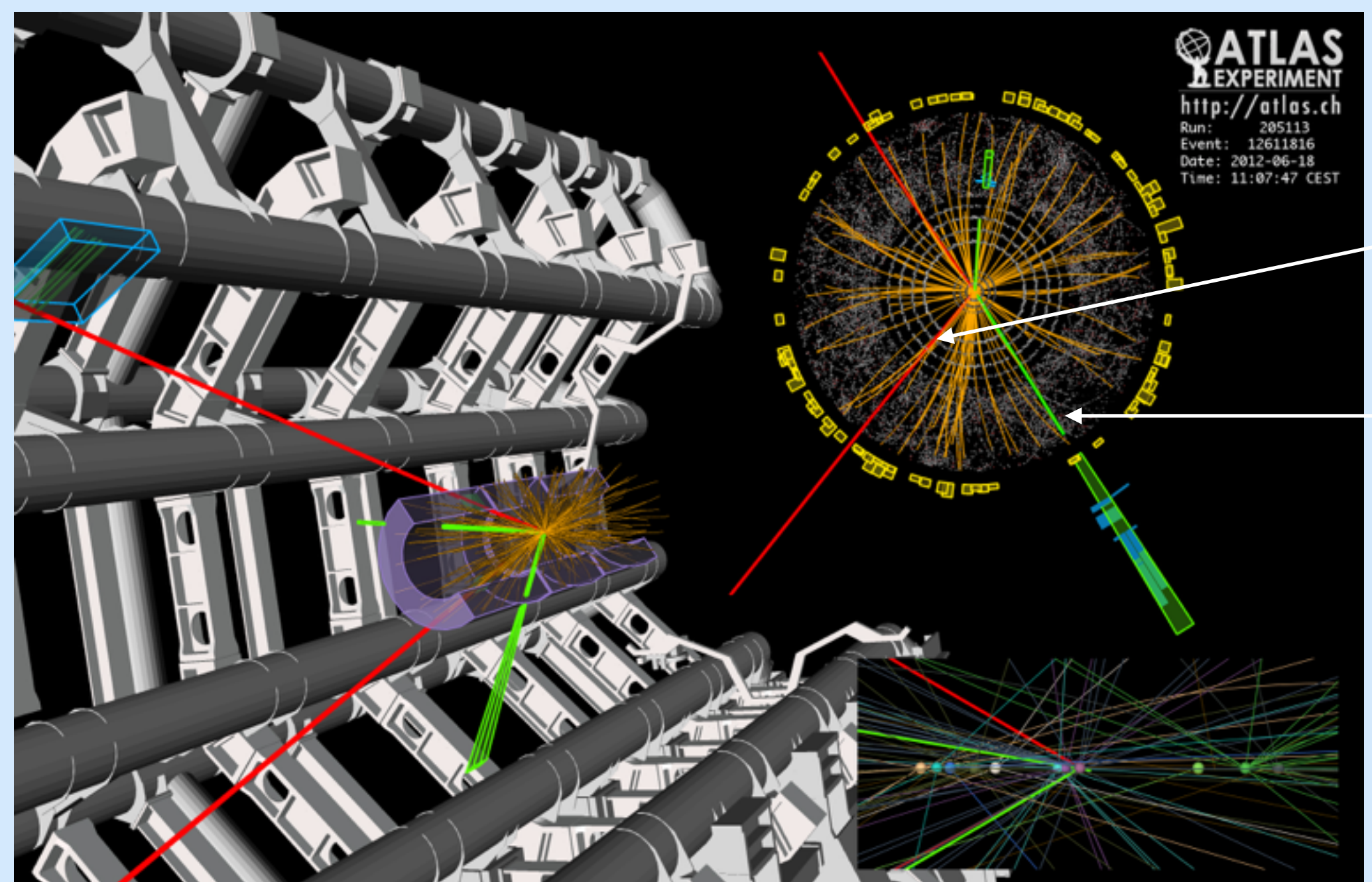
どうやって測る？

-> 超大型検出器 ATLASを使う！



粒子の方向・エネルギーを測るため、様々な検
出器を組み合わせ、全方向を覆った検出器。
なんと全長 44 m、重さ約7000 トン！

崩壊の様子



ミューオン
(赤の線)
電子 (緑の線)

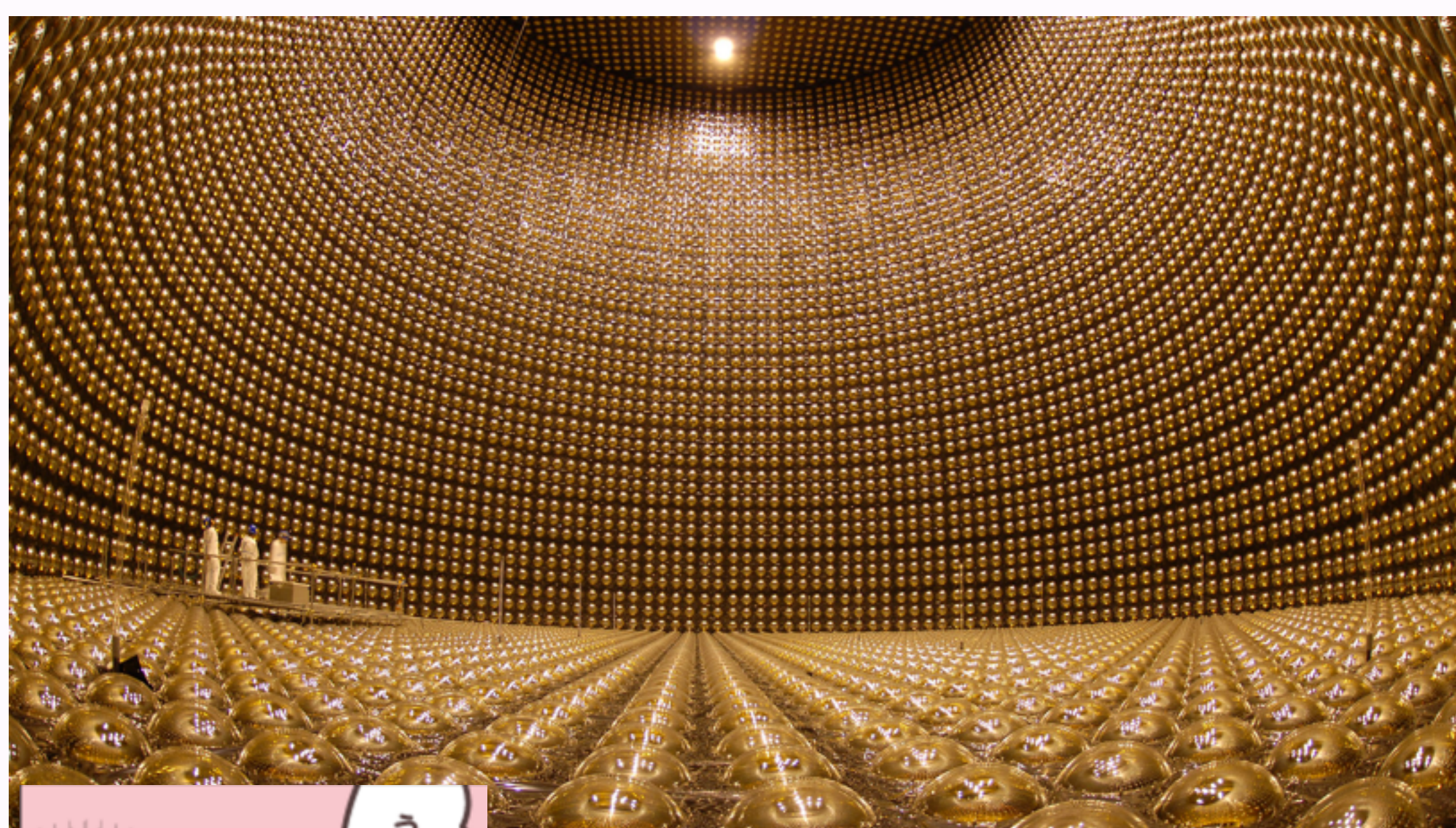
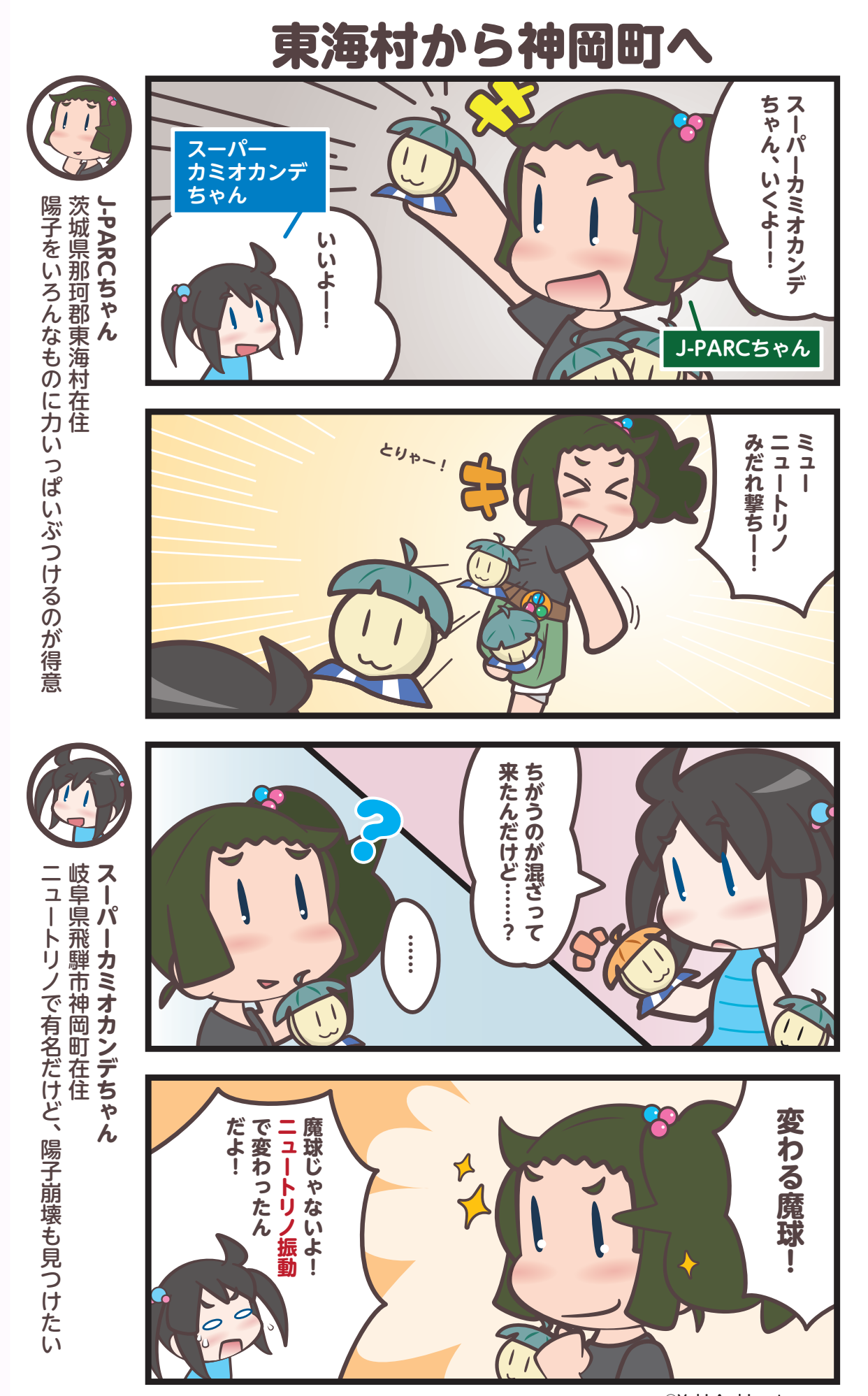
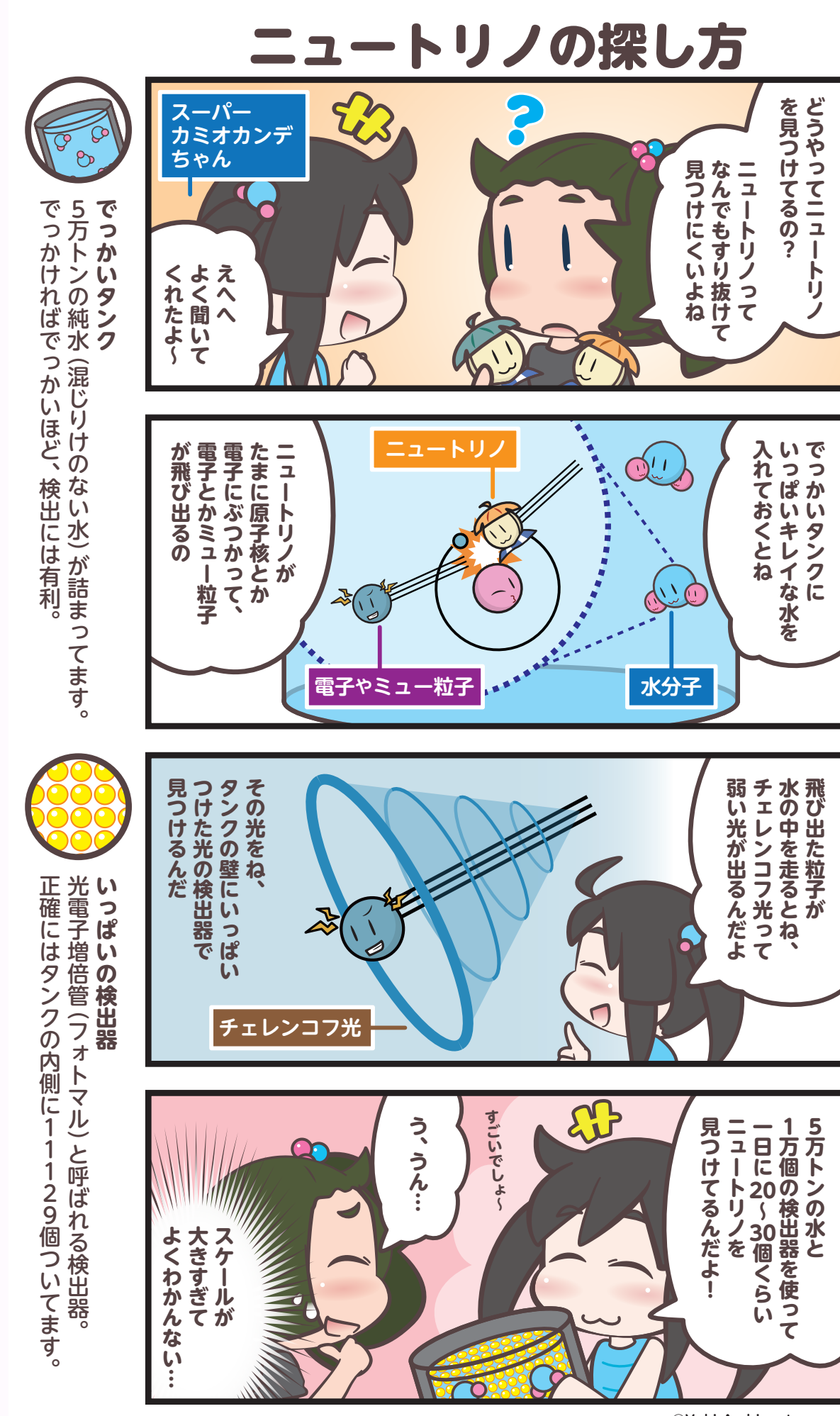
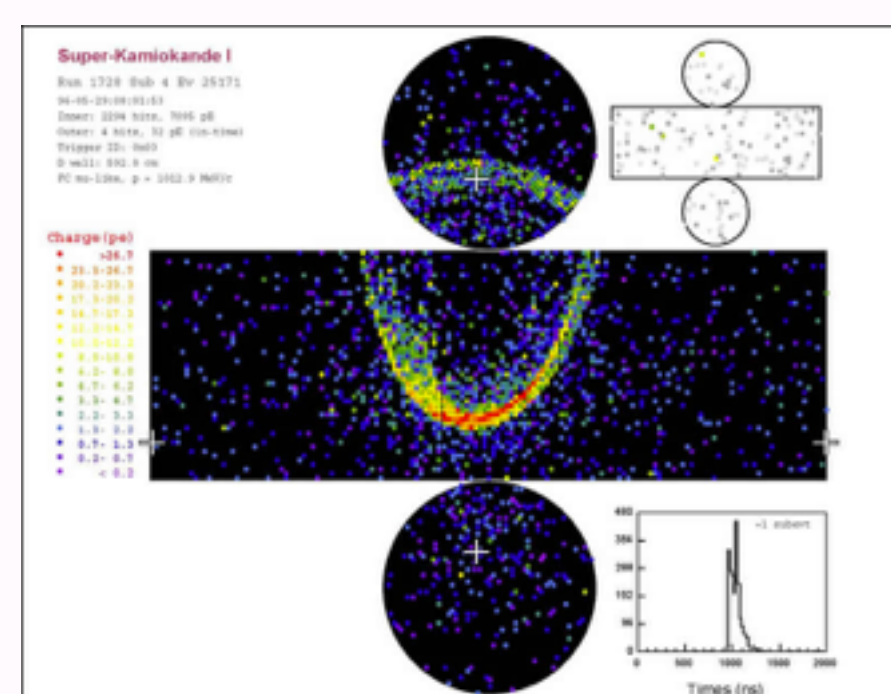
ヒッグス粒子の崩壊を捉えた様子。
それぞれの検出器に残された信号の大きさや
方向から粒子の種類を特定する。

最先端！ニュートリノ研究！！



2015年ノーベル物理学賞受賞
梶田隆章氏

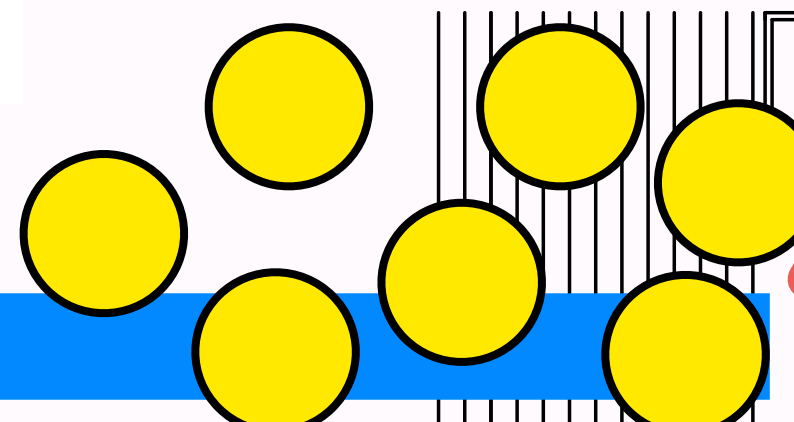
“ニュートリノ”を調べて
“宇宙のナゾ”に迫る！！！！



これが12,000本ぐらい
使われているんだ！

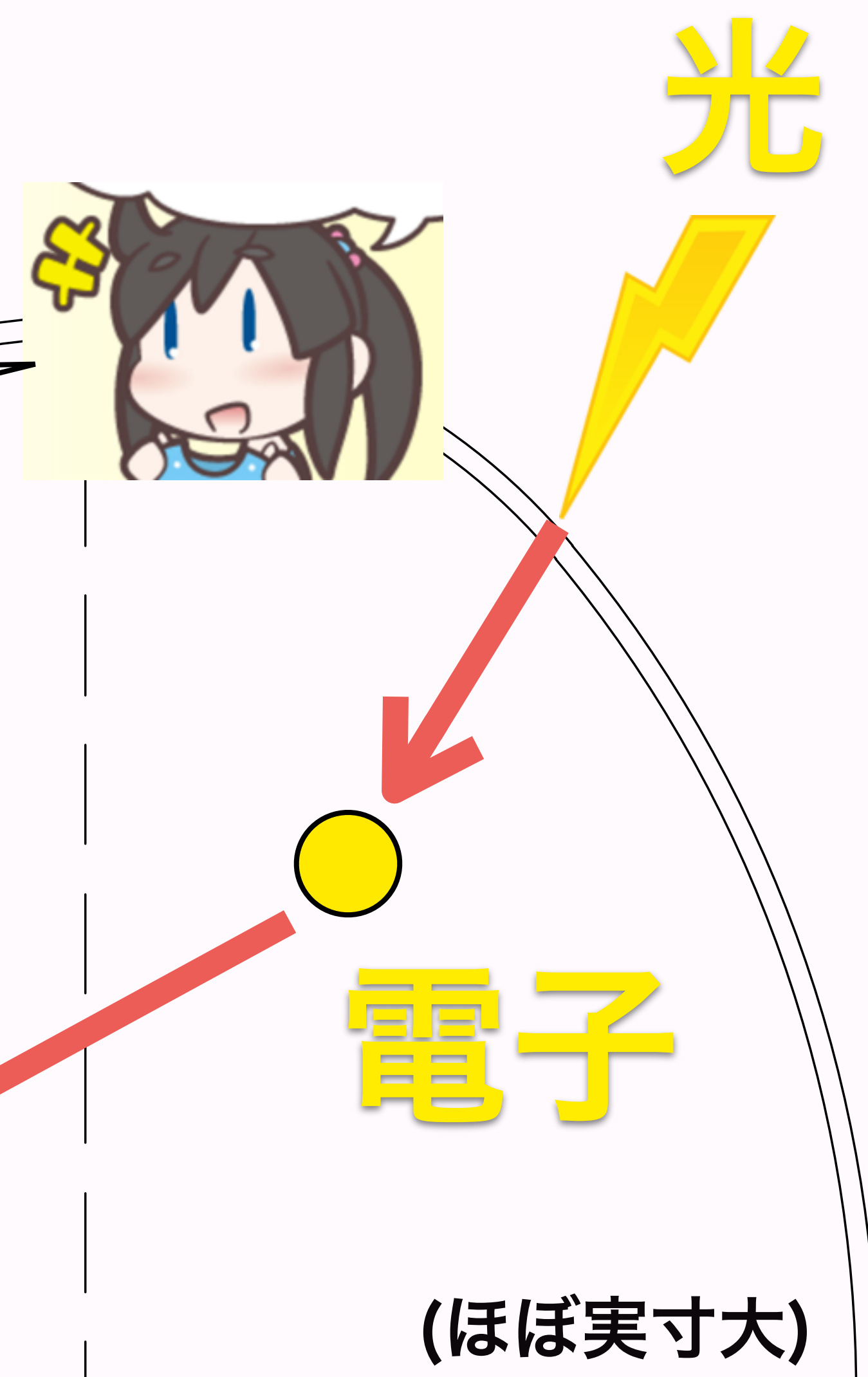
電気信号

増やす！



T2K **SK**

スーパーカミオカンデで
使われている光検出器だよ。



(ほぼ実寸大)